

これら実現のために宇宙利用も含むIoTを利用した防災／減災および地域産業（農業・漁業等）の育成の実施を目指す、同時にSDGsの観点から、地産地消にて産業・経済を循環させるシステム作りを目的とした（図1参照）。

プロジェクトの活動内容

1. 国土交通省 / エイト日本技術開発 / オービタルエンジニアリング社と連携した調査研究

ネットワーク環境を有する平野部、およびこれまでネットワーク環境が脆弱であった山岳部におけるIoTシステムのインシタルコスト / ランニングコストの比較を行った。また各種センサノードの開発を行った。LoRaWANシステムの通信状況、および中継局を用いた通信範囲拡大効果に関する調査を行った。

2. 御坊市丸山地区 / 和歌山市西山東地区 / 和歌山信愛女子短期大学 / 紀南電設社と連携した自助 / 共助による防災 / 減災活動

内水氾濫が予測される御坊市丸山地区 / 和歌山市西山東地区に、地域住民と協力し、一部は地元企業（紀南電設）への発注事業として住民設置型水位計の設置を行った。また和歌山信愛女子短期大学と協力し、地域住民にわかりやすい水位情報 / 避難情報に関する聞き取り調査を行った。

3. 和歌山市加太地区（加太まちづくり会社、休暇村紀州加太、加太漁協） / 和歌山市と連携した農業 / 漁業支援活動

和歌山市加太地区周辺にLoRaWAN受信局（GW）を設置し、山間部および海上での通信環境の試験を行った。また加太港および加太沖合への海水温計の設置を行い、漁業支援の手法調査を行った。

4. 醍醐寺 / 京都府と連携した文化財保護活動

国内に多数存在する、通信環境に劣った山岳寺院において、文化財を保護するための対策の検討を始めた。醍醐寺（自助）・京都府（公助）等とも協力しながら、共助による千年単位の持続可能な防災体制の構築を開始した。

5. RE-SOCIAL社と連携した獣害対策活動、アドベンチャーワールドにおける環境計測

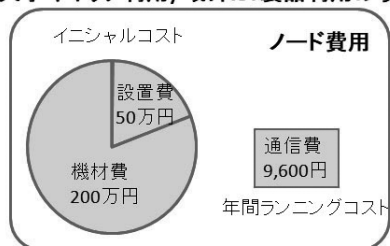
IoTシステムの社会実装を進める為に、プラスソーシャルインベストメント社と協力し、京都府山間部にて罾で鹿の捕獲とジビエ産業振興に取り組むRE-SOCIAL社、園内での環境計測の社内運営を進めるアドベンチャーワールド（アワーズ社）にシステムを提供、実証実験を開始した。

プロジェクトの成果

1. LoRaWANシステムに関する研究成果

主要LPWA方式を比較し、価格面および通信範囲の拡張性から、LoRaWANが有意である事を明らかにした。また市街地へおよび山間部へのIoT器機を設置する場合のインシタルコスト・ランニングコストを比較し、LoRaWAN方式の優位性を明らかにした（図2・図3）

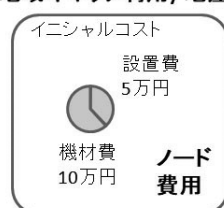
大手キャリア利用 / 域外IoT製品利用の場合



100台分だと……
インシタルコスト2億5千万円
ランニングコスト960万円が
地域外へ流出

※通信機機のインシタルコストは
大手キャリアが負担、
通信費ランニングコストに反映されている

地域キャリア利用 / 地産地消IoT製品利用の場合



100台分だと……
インシタルコスト1千5百万円
ノードを1,000台に増やしても
1億5千万円と安価。
しかも地域経済として流通。
共有可能なGWは
300万円程度で設置可能。

インシタルコスト
一般の市レベルだと約10万円
×20～30箇所GW（ゲート
ウェイ）を設置。ただしGWは
ノード種類を問わず共有可能

通信
費用

※ローカル通信キャリア運用初期において、GWの共用利用は効率的
将来的にはデータの秘匿性を高めるため、個別運用GWの設置も可能

図2 市街地における比較

山間部 IoT機器導入例(通信コスト)

※携帯電話通信可能距離から約4.5km離れた山間部での通信コスト比較

方式1:携帯電話通信可能 / 商業電源エリアまで4.5km 有線を引いた場合

- ・ 有線設置 インシャルコスト: 約1,300万円
 - ・ 携帯電話通信費用: 年間30万円
- インシャル: 1,300万円
ランニング: 30万円/年

方式2: 山間部より直接衛星通信機を利用した場合

- ・ 衛星携帯電話 / 発電機インシャルコスト: 30万円
 - ・ 衛星携帯電話通信費用: 年間100万円
 - ・ 発電機運用: 年間150万円
- インシャル: 30万円
ランニング: 250万円/年

方式3: LoRaWAN(中継機2箇所利用、携帯圏内GWから携帯SIM利用)した場合

- ・ インシャルコスト: 50万円
 - ・ 通信費: 年間1.5万円
- インシャル: 50万円
ランニング: 1.5万円/年

図3 山間部に於ける比較

また各地に設置したGWを利用して、通信距離に関する実験を行った。

和歌山信愛女子短期大学屋上に置いたアンテナからは、和歌山市内を横切り紀の川対岸や和歌山大学敷地でも、受信が確認されている(図4)。



図4 和歌山信愛女子短期大学GW通信可能範囲



図5 コスモパーク加太GW受信可能範囲

またコスモパーク加太に設置したGWは、友ヶ島沖合紀淡水道近傍でも受信が確認されている。

これらのことから、平野部および海上では見通して

約10kmの通信距離を確保することが出来る事がわかった。また緩やかな山岳等は回折により、山岳直下付近では通信が困難であるが、遠地では通信可能となることがわかった。

一方、谷筋に設置されたGWでは山岳に遮られ、通信距離が短くなる。十津川村栗平地区に設置した場合、山岳面での反射などの効果もあるようだが、1~2kmの受信確認に留まった(図6)。また中継機により通信可能距離が伸びることも確認された。



図6 中継機を用いた谷筋での通信状況

これら電波伝搬状況はシミュレーションソフトによっても見積もることが可能である。今回、フリーのRadio Mobileを使い検証した結果(図7)は、実際の実証結果(図6)と整合性が見られる。今後、更なる実証実験により、シミュレーションで利用する各種パラメータに関する精査を行う予定である。



図7 Radio Mobileによる受信状況予測

2. 各種センサーノード / 中継機の開発

水位計（超音波センサータイプ（長距離 / 短距離）、水圧センサータイプ）、防水温度湿度計、震検知機 / ワイヤセンサー、GPS付き防水温度湿度気圧計（図8）、雨量計（桙転倒式、光学式）、傾斜計などの開発と実証実験を行った。



図8 GPS付き防水温度湿度気圧計

3. 自助 / 共助による運用体制の構築

和歌山県内では2019年度の御坊市丸山地区に加え今年度和歌山市西山東地区にても、地元の自主防災組織（丸山自主防災組織）や自治会（西山東連合自治会）からの申請により、河川に正式に水位計を取り付けることが出来た。これは全国的にも初の快挙であり、2020年6月には、山梨県議会からも視察があった。感染症拡大時期でなければ、更なる多くの視察が見込まれており、自助・共助による防災対策のモデルケースとして活用することが出来た。併せて本学N-2棟201号室にはシステムの運用およびセンサーノード等の見学設備を設けた。前述の山梨県議会に加え、和歌山市尾花市長や和歌山市議会・和歌山県議会メンバーによる視察もあり、また和歌山市議会・和歌山県議会では議員質問にも活用に関して取り上げられるなど、今後の自助 / 共助による運用体制の構築に向けた地域展開となった。県内外での他地域でも、今後運用体制の構築が期待できる。

4. 資金獲得

国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所での計測業務として、エイト日本技術開発より220万円の委託費を受け取ることが出来た。また紀南電設社からはIoTを使った防災 / 減災研究および教育のために100万円の寄付金を受領することが出来た。またプラスソーシャルインベストメント社およびオービタルエンジニアリング社からは、IoTを使った防災 / 減災研究および教育に加え、宇宙関連産業の育成研究や教育のためにそれぞれ100万円、220万円の寄付金を受領することが出来た。

